

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Николе Кржановића, мастер инжењера електротехнике и рачунарства

Одлуком бр.5015/15-3 од 19.12.2019. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Николе Кржановића, мастер инжењера електротехнике и рачунарства, под насловом

„Испитивање активних електронских дозиметара у циљу хармонизације мерења оперативних дозиметријских величина у области заштите од зрачења“

После прегледа достављене Дисертације и других пратећих материјала и разговора са Кандидатом, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат Никола Кржановић је уписао докторске студије у школској 2015/16. години на Електротехничком факултету у Београду, студијски програм Електротехника и рачунарство, модул Нуклеарна, медицинска и еколошка техника. Током студија положио је све испите са просечном оценом 10,00 и испунио све обавезе везане за студијски истраживачки рад које су предвиђене студијским планом и програмом.

Тему докторске дисертације под насловом **„Испитивање активних електронских дозиметара у циљу хармонизације мерења оперативних дозиметријских величина у области заштите од зрачења“** кандидат је пријавио 29.3.2018. године. Комисија за студије трећег степена Електротехничког факултета Универзитета у Београду је одобрила предлог теме за израду докторске дисертације 10.4.2018. године. Наставно-научно веће Електротехничког факултета Универзитета у Београду је именovalo Комисију за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације (одлука бр. 5015/15 од 26.4.2018. године) у саставу:

1. др Оливера Цирај-Бјелац, редовни професор, Електротехнички факултет Универзитета у Београду,
2. др Драгана Тодоровић, научни саветник, Институт за нуклеарне науке „Винча“,
3. др Предраг Пејовић, редовни професор, Електротехнички факултет Универзитета у Београду и

4. др Јован Цветић, редовни професор, Електротехнички факултет Универзитета у Београду.

За ментора докторске дисертације предложена је др Ковиљка Станковић, доцент на Електротехничком факултету Универзитета у Београду.

Јавна усмена одбрана предложене теме докторске дисертације на Електротехничком факултета Универзитета у Београду одржана је 10.5.2018. године пред Комисијом у саставу: др Оливера Цирај-Бјелац, редовни професор Електротехничког факултета Универзитета у Београду, др Драгана Тодоровић, научни саветник Института за нуклеарне науке „Винча“, др Предраг Пејовић, редовни професор Електротехничког факултета Универзитета у Београду и др Јован Цветић, редовни професор Електротехничког факултета Универзитета у Београду. Комисија је закључила да је кандидат Никола Кржановић на јавној усменој одбрани предложене теме докторске дисертације добио оцену „задовољно“. Комисија је заједно са предложеним ментором докторске дисертације др Ковиљком Станковић, доцентом на Електротехничком факултету Универзитета, сачинила Извештај о оцени подобности теме и кандидата.

Наставно-научно веће усвојило је Извештај Комисије о оцени подобности теме и кандидата (одлука бр. 5015/15-2 од 12.6.2018. године).

Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду дало је сагласност на предлог теме докторске дисертације (одлука бр. 61206-2698/2-18 од 25.6.2018. године) под насловом **„Испитивање активних електронских дозиметара у циљу хармонизације мрежа оперативних дозиметријских величина у области заштите од зрачења“** кандидата Николе Кржановића и за ментора је предложена др Ковиљка Станковић, доцент на Електротехничком факултету Универзитета у Београду.

Кандидат је урађену докторску дисертацију предао на преглед и оцену 28.11.2019. године.

Комисија за студије трећег степена Електротехничког факултета Универзитета у Београду потврдила је испуњеност потребних услова за подношење предлога Наставно-научном већу Електротехничког факултета Универзитета у Београду за формирање Комисије за преглед и оцену докторске дисертације (одлука бр. 5015/15-3 од 19.12.2019. године) у саставу:

1. др Ковиљка Станковић, доцент, Електротехнички факултета Универзитета у Београду,
2. др Оливера Цирај-Бјелац, редовни професор, Електротехнички факултета Универзитета у Београду,
3. др Милош Живановић, научни сарадник, Институт за нуклеарне науке „Винча“,
4. др Милош Вујисић, доцент, Електротехнички факултет Универзитета у Београду,
5. др Иван Виденовић, ванредни професор, Физички факултет Универзитета у Београду.

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација припада научној области Техничких наука – електротехника и рачунарство, у ужем смислу научној области Нуклеарна техника. За ову научну област матичан је Електротехнички факултет. Ментор дисертације је др Ковиљка Станковић, доцент Електротехничког факултета Универзитета у Београду, аутор бројних научних и стручних радова из уже научне области којој припада ова докторска дисертација.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Никола Кржановић је рођен 02.10.1991. године у Београду. Завршио је XV београдску гимназију као носилац Вукове дипломе и ученик генерације. Основне академске студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, студијски програм Електротехника и рачунарство, уписао је 2010. године, а дипломирао је у оквиру модула Физичка електроника,

на смеру Биомедицински и еколошки инжењеринг, јула 2014. године са просечном оценом 9,00 и одбрањеним завршним радом на тему „Микродозиметријски приступ биолошким ефектима зрачења“, под менторством доц. др Милоша Вујисића. Мастер академске студије на Електротехничком факултету у Београду, студијски програм Електротехника и рачунарство, модул Биомедицинско и еколошко инжењерство, уписао је 2014. године. Јула 2015. године је завршио мастер академске студије, са просечном оценом 10,00 и одбрањеним завршним радом на тему „Значај интеркомпарације полупроводничких детектора у дијагностичкој радиологији“, под менторством доц. др Ковиљке Станковић. Докторске студије уписао је у школској 2015/16. години на Електротехничком факултету у Београду, студијски програм Електротехника и рачунарство, модул Нуклеарна, медицинска и еколошка техника. Током студија положио је све испите са просечном оценом 10,00 и испунио све обавезе везане за студијски истраживачки рад које су предвиђене студијским планом и програмом.

Од 2015. године запослен је у Лабораторији за заштиту од зрачења и заштиту животне средине Института за нуклеарне науке „Винча“.

Научно-истраживачки рад обавља у области дозиметрије и заштите од зрачења, у вези са испитивањем карактеристика различитих врста активних и пасивних дозиметара који се користе за мерење оперативних дозиметријских величина, и посебно јонизационих комора које налазе примену у дијагностичкој радиологији (укључујући и посебне типове комора за модалитете медицинског сликања попут флуороскопије и компјутеризоване томографије), и у радиотерапији.

Поред научно-истраживачког рада учествује у активностима акредитоване Лабораторије за радијациона мерења, и то у пословима Секундарне дозиметријске лабораторије за метрологију јонизујућег зрачења, према овлашћењима Лабораторије за заштиту од зрачења и заштиту животне средине Института за нуклеарне науке „Винча“. Ови послови укључују еталонирање и испитивање дозиметара за примену у области заштите од зрачења, у радиотерапији и у дијагностичкој радиологији, а који се користе у медицини, индустрији, војсци итд. Члан је Друштва за заштиту од зрачења Србије и Црне Горе. Учесник је следећих националних пројеката и међународних пројеката:

1. ИИИ43009 - „Нове технологије за мониторинг и заштиту животног окружења од штетних хемијских супстанци и радијационог оптерећења“ - Министарство просвете, науке и технолошког развоја - 2011. и даље;
2. SRB6012 - "Upgrading of calibration service for medical applications of ionising radiation" – Међународна агенција за нуклеарну енергију (International Atomic Energy Agency - IAEA) - 2016-2017;
3. 14RPT Absorb - "Absorbed dose in water and air" - EURAMET, EMPIR Horizon - 2015-2017;
4. 16ENV Preparedness - "Metrology for mobile detection of ionising radiation following a nuclear or radiological incident" - EURAMET, EMPIR Horizon - 2017-2019.

У периоду од 17.10.2016. до 18.11.2016. године Никола Кржановић је био у студијској посети Грчкој комисији за атомску енергију - *Greek Atomic Energy Commission (GAEC)*, Атина, Грчка. Фокус студијске посете је био на еталонирању дозиметара који се користе у области дијагностичке радиологије, укључујући мамографске квалитете зрачења. Кандидат је прошао обуку о процедурама и опреми за еталонирање у области дијагностичке радиологије, процесу успостављања квалитета зрачења, и о мерној несигурности у дијагностичкој радиологији. Студијска посета је реализована у оквиру IAEA пројекта SRB6012.

У периоду од 1.4.2019. до 30.6.2019. године Никола Кржановић је био на студијском боравку у *Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB)*, Брауншвајг, Немачка, где се бавио истраживањима у области амбијенталног мониторинга животне средине помоћу

спектродозиметријских система и амбијенталних дозиметара који се користе у оквиру мрежа ране најаве у сврху адекватног реаговања при акциденталним ситуацијама чије су последице радиоактивна контаминација животне средине. Студијски боравак је повезан са EMPIR међународним пројектом 16ENV Preparedness.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација написана је на српском језику, обима 124 страна. Садржи 11 поглавља, 11 табела, 59 слика и листу од 69 библиографских референци. Текст докторске дисертације чине следећа поглавља: 1. Увод; 2. Извори јонизујућег зрачења; 3. Принцип рада X-цеви; 4. Интеракције јонизујућег зрачења са материјом; 5. Физичке величине у дозиметрији и заштити од зрачења; 6. Детектори јонизујућег зрачења; 7. Метрологија дозе фотонског јонизујућег зрачења; 8. Испитивање електронских личних дозиметара у пољима X- и гама зрачења; 9. Развој и испитивање електронског амбијенталног дозиметра на бази енергетски компензоване Гајгер-Милерове цеви; 10. Амбијентални мониторинг животне средине спектро-дозиметром; 11. Закључак. Дисертација садржи и непагиниране уводне странице са неопходним информацијама о дисертацији: резиме са кључним речима и подацима о научној области на српском (1 страна) и на енглеском језику (1 страна) и садржај (4 стране). Поред наведеног, на крају текста налази се биографија аутора и обавезне изјаве (Изјава о ауторству, Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и Изјава о коришћењу).

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У уводном поглављу приказан је предмет и проблем рада, циљ истраживања и полазне хипотезе, резултати и допринос истраживања и структура докторске дисертације.

У другом поглављу су описани основни извори јонизујућег зрачења у животној средини, укључујући природне и вештачке изворе зрачења, као и позадинско зрачење.

У трећем поглављу су описани основни принципи функционисања генератора X-зрачења, а будући да се у реалној примени дозиметри могу користити у пољима X-зрачења, као и да се при испитивању у лабораторијским условима користе квалитети X-зрачења уског енергетског спектра који су у овом поглављу и описани.

У четвртном поглављу описана је интеракција јонизујућег зрачења са материјалном средином, полазећи од основних механизма интеракције директног и индиректног јонизујућег зрачења, јонизације и екситације, са посебним освртом на интеракције индиректних фотонских јонизујућих поља зрачења са средином.

У петом поглављу дефинисане су физичке величине које се користе у области дозиметрије и заштите од зрачења, полазећи од радиометријских величина које описују примарно поље зрачења пре интеракција са материјалном средином, затим микродозиметријских и дозиметријских величина које представљају меру интеракције јонизујућег зрачења са материјалном средином, затим величина у области заштите од зрачења којима се врши квантификација биолошких ефеката зрачења услед депоновања енергије у ткивима и органима, и коначно оперативних дозиметријских величина које представљају директно мерљиве физичке величине које се доводе у везу са апроксимативним величинама у заштити од зрачења.

У шестом поглављу су приказане принципи детекције јонизујућег зрачења путем генерисања електричног сигнала, посебно гасних и полупроводничких детектора зрачења, будући да је

највећи број активних амбијенталних и личних дозиметара заснован на овим типовима детектора зрачења.

Седмо поглавље је посвећено метрологији јонизујућег зрачења, дефиницији еталона, утицајних величина и методама одређивања калибрационог коефицијента. Приказани су основни критеријуми прихватљивости међународних стандарда за испитивање активних електронских дозиметара за индивидуални мониторинг и за амбијентални мониторинг. Посебан део поглавља је посвећен буџету мерне несигурности при мерењу оперативних дозиметријских величина.

Осмо поглавље представља спроведено истраживање које се односи на испитивање електронских личних дозиметара различитих типова и различитих произвођача у пољима X- и гама зрачења, а које подразумева испитивање енергетске и угаоне зависности одзива електронских личних дозиметара, затим испитивање тачности и линеарности њиховог одзива, при различитим вредностима утицајних величина енергије фотона, угла инциденције фотона, и јачине личног дозног еквивалента.

У деветом поглављу су приказани резултати спроведених испитивања електронског амбијенталног дозиметра заснованог на енергетски компензованој Гајгер-Милеровој цеви. Испитане су дозиметријске карактеристике дозиметра за амбијентални мониторинг при различитим методама компензације активне запремине гасног детектора, уз идентификацију оптималне компензације на основу упоређивања вредности испитиваних дозиметријских параметара са критеријумима прихватљивости међународног стандарда.

У десетом поглављу је описан део процеса карактеризације спектрометра у сврху његове примене у области амбијенталног мониторинга, односно употребе као спектро-дозиметријског система у сврху акциденталног мониторинга. Приказани су резултати методе конверзије енергетских спектра висине импулса у оперативну дозиметријску величину, односно јачину амбијенталног дозног еквивалента, уз назначене дискретне конверзионе коефицијенте и континуалну конверзиону функцију, путем конверзије без деконволуције снимљеног спектра.

Резултати добијени у овој дисертацији, заједно са општим закључцима и предлозима за даље истраживање у овој области, сумирани су у једанаестом поглављу.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Разматрана докторска дисертација представља оригинални научно-истраживачки рад у области дозиметрије и заштите од јонизујућег зрачења. У оквиру предмета истраживања је извршена хармонизација методологије испитивања активних електронских дозиметара који се користе за мерење оперативних дозиметријских величина у области заштите од зрачења у складу са критеријумима међународних стандарда. Испитиване су различите дозиметријске карактеристике електронских дозиметара на бази гасних ГМ детектора, полупроводничких силицијумских детектора и CdZnTe спектродозиметра, са посебним освртом на енергетску и угаону зависност одзива дозиметара. Анализирана су и дозиметријска својства амбијенталног монитора зрачења заснованог на гасном детектору у режиму рада у којем постоји Гајгер-Милерово пражњење, пре и након његове енергетске компензације. Одређен је утицај различитих дебљина компензационог материјала као и ширине ваздушног процепа у компензационом материјалу на релативни енергетски и угаони одзив, и линеарност одзива детектора зрачења. Посебна пажња је посвећена понашању активних електронских дозиметара за лични и амбијентални мониторинг при излагању ових уређаја нискоенергетским пољима X-зрачења, која су од изузетног значаја за мониторинг јонизујућег зрачења у медицини. Добијени резултати у дисертацији су продукт рада на савременој

проблематици у области дозиметрије и заштите од зрачења, и као такви могу се искористити, не само за даља фундаментална, већ и за примењена истраживања.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У току израде дисертације, кандидат је користио релевантну и актуелну литературу из уже научне области, претежно новијег датума, коју чини 69 библиографских референци. Литература укључује и публиковане резултате кандидата које су проистекле током научно-истраживачког рада на дисертацији.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Методологија истраживања у оквиру докторске дисертације спроведена је по следећим фазама:

- Извршен је преглед литературе и преглед искустава из праксе, повезаним за електронске персоналне дозиметре и преносне инструменте за амбијентални мониторинг ради процене ефективне дозе, као и мерења одговарајућих оперативних дозиметријских величина у сврху персоналног и амбијенталног мониторинга јонизујућег зрачења.
- Осмишљени су, структурирани и организовани експериментални поступци, као и методе за аквизицију и обраду експерименталних података.
- Извршено је испитивање типа електронских личних дозиметара различитих механизма детекције (ГМ детектора, полупроводничких силицијумских детектора) и то одређивањем енергетске и угаоне зависности, линеарности и тачности.
- Одређен је утицај различитих дебљина компензационог материјала као и ширине ваздушног процепа у компензационом материјалу на релативни енергетски и угаони одзив, и линеарност одзива детектора зрачења. Посебна пажња је посвећена понашању активних електронских дозиметара за лични и амбијентални мониторинг при излагању ових уређаја нискоенергетским пољима X-зрачења, која су од изузетног значаја за мониторинг јонизујућег зрачења у медицини.
- На основу резултата из претходне фазе, извршена је енергетска компензација гасног детектора на бази Гајгер-Милерове цеви, након чега је уследило испитивање типа овог гасног детектора и других дозиметара за амбијентални мониторинг (полупроводничких силицијумских детектора и CdZnTe спектродозиметра), одређивањем енергетске и угаоне зависности (укључујући изотропност угаоног одзива).
- Спроведена је анализа резултата испитивања из претходне три фазе. Вредности апсолутног и релативног одзива дозиметара су упоређивани са критеријумима прихватљивости међународних стандарда за испитивање активних електронских дозиметара за лични мониторинг и за амбијентални мониторинг.
- Дат је предлог решења за хармонизацију методологије испитивања активних електронских дозиметара који се користе за мерење оперативних дозиметријских величина у области заштите од зрачења.

Примењена методологија у потпуности одговара проблему који је решаван као и стандардима научно-истраживачког рада и у сагласности је са циљевима дефинисаним на почетку израде дисертације.

3.4. Применљивост остварених резултата

Експерименталним испитивањима типа амбијенталног дозиметра на бази некомпензоване и компензоване цилиндричне Гајгер-Милерове цеви (прекривањем целокупне активне

запремине гасног детектора, и увођењем ваздушног процепа у компензациони материјал) је постигнута оптимална енергетска компензација детектора, тако да је могуће користити детектор у оквиру широког опсега вредности утицајних величина енергије и угла инциденције фотона, у складу са критеријумима прихватљивости одговарајућих стандарда. Посебна пажња је посвећена понашању активних електронских дозиметара за лични и амбијентални мониторинг при излагању ових уређаја нискоенергетским пољима X-зрачења, која су од изузетног значаја за мониторинг јонизујућег зрачења у медицини. Поред тога, примена адекватно компензованих детектора зрачења који су приступачни широкој популацији значајно побољшава ефикасност амбијенталног мониторинга, поспешујући развој мрежа ране најаве (акцидента) за амбијентални мониторинг. Поред мрежа дозиметара, мониторинг животне средине је у посебним пост-акциденталним ситуацијама неопходно вршити даљински, што погодује развоју ваздушних система за амбијентални мониторинг, и развоју детектора зрачења који би поред информације о јачини амбијенталног дозног еквивалента могли вршити аквизицију и обраду спектра јонизујућег зрачења, дефинишући групу уређаја под називом спектро-дозиметри.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат је током израде докторске дисертације показао способност да препозна проблеме из релевантне области и да на креативан и систематичан начин организује и спроведе истраживања која дају задовољавајуће одговоре на постављене изазове. Доприноси дисертације су оригинални и савремени и потврђују способност кандидата за самосталан научно-истраживачки рад. Такође, кандидат је уочио и предложио правац даљих истраживања. Сходно томе, Комисија констатује да је кандидат успешно одговорио на питања дефинисана на почетку израде ове дисертације.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Научни доприноси које је кандидат Никола Кржановић остварио кроз истраживања су следећи:

- Омогућена примена хармонизованих метода испитивања типа дозиметара који се користе у области заштите од зрачења за мерење оперативних дозиметријских величина, у циљу њихове примене за потребе различитих радијационих делатности;
- Омогућен је развој и оптимизација енергетски компензованих уређаја за амбијентални мониторинг на бази Гајгер-Милерових цеви, при чему се слична методологија може применити на детекторе зрачења другачијих принципа детекције и другачије геометрије;
- Допринос хармонизацији особина активних електронских дозиметара за индивидуални и амбијентални мониторинг са критеријумима прихватљивости међународних стандарда који се тичу постојећих оперативних дозиметријских величина у области заштите од зрачења;
- Допринос оптимизацији заштите од зрачења у оквирима различитих примена јонизујућег зрачења, попут тачности одређивања дозе, чија се поузданост може довести у везу са испитивањем дозиметријских својстава попут енергетске и угаоне зависности одзива дозиметара;
- Допринос ефикасности амбијенталног мониторинга, кроз развој мрежа ране најаве (акцидента) за амбијентални мониторинг.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Увидом у циљеве истраживања, полазне хипотезе и остварене резултате, констатујемо да је кандидат успешно одговорио на сва значајна питања из области која је анализирана у оквиру докторске дисертације.

Методологија испитивања активних електронских и амбијенталних дозиметара за мерење оперативних дозиметријских величина у области заштите од јонизујућег зрачења представља значајан практичан и научни допринос из области метрологије јонизујућег зрачења која је од великог значаја за поуздану примену јонизујућег зрачења у медицини и индустрији. Увидом у објављене радове и резултате докторске дисертације, констатујемо да су у дисертацији приказани нови, оригинални и савремени резултати, што је верификовано публикавањем резултата истраживања у два научна часописа међународног значаја, од којих је један категорије М21, као и у зборницима међународних конференција.

4.3. Верификација научних доприноса

Научни доприноси приказани у докторској дисертацији верификовани су у следећим публикованим радовима:

М21 - Врхунски међународни часопис

1. **Kržanović, N.**, Stanković, K., Živanović, M., Đaletić, M., Ciraj-Blejac, O.: "Development and testing of a Low cost Radiation Protection Instrument based on an Energy compensated Geiger-Muller tube", -*Radiation Physics and Chemistry*, vol. 164, 108358, 2019 (**IF=1.984**) (DOI: 10.1016/j.radphyschem.2019.108358)

М22 - Истакнути међународни часопис

1. **Kržanović, N.**, Živanović, M., Ciraj-Bjelac, O., Lazarević, Đ., Čeklić, S., Stanković, S.: "Performance testing of selected types of Electronic Personal Dosimeters in X- and Gamma radiation fields", -*Health Physics*, vol. 113, no. 4, pp. 252-261, 2017 (**IF=0.993**) (DOI: 10.1097/HP. 0000000000000704) (ISSN 0017-9078; 1538-5159)

М33 - Саопштење са међународног скупа штампано у целини

1. Apostolakopoulos, F.H., **Kržanović, N.**, Perazić, L., Živanović, M., Stanković, K.: "Comparison of Energy and Angular Responses of Thermoluminescent and Electronic Personal Dosimeters", -*Proceedings of 3rd International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering, IcETRAN 2016*, Zlatibor, Serbia, 2016, pp. NTI1.4.1-4 (ISBN 978-86-7466-618-0)
2. **Kržanović, N.**, Apostolakopoulos, F.H., Živanović, M., Vujisić, M., Stanković, K., Lazarević, Đ.: "Establishing Standard X-ray Narrow-beam Radiation Qualities in the Secondary Standard Dosimetry Laboratory", -*Proceedings of 4th International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering, IcETRAN 2017*, Kladovo, Serbia, 2017, pp. NTI1.2.1-5 (ISBN 978-86-7466-692-0)
3. **Kržanović, N.**, Apostolakopoulos, F.H., Đaletić, M., Živanović, M., Stanković, K.: "Energy, Angular and Dose-rate Dependence of the GM Survey Meter Response", -*Proceedings of 5th International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering, IcETRAN 2018*, Palić, Serbia, 2018, pp. 1008-1011 (ISBN 978-86-7466-752-1)

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

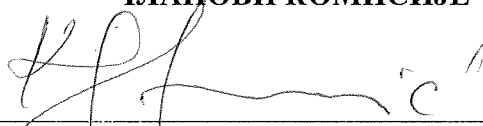
Докторска дисертација кандидата Николе Кржановића, мастер инж. електротехнике и рачунарства, под насловом „Испитивање активних електронских дозиметара у циљу хармонизације мерења оперативних дозиметријских величина у области заштите од зрачења“ представља савремени научни допринос у области Електротехнике и рачунарства, тј. уже научне области Нуклеарне технике.

Текст дисертације је написан јасно и разумљиво, са добром организацијом структуре садржаја. Циљеви дисертације су прецизно формулисани и дефинисани, а публиковани резултати су потврдили испуњеност тих циљева, чиме је кандидат показао способност за самостални научни рад. Објављени резултати у међународним часописима потврђују актуелност теме дисертације и отварају нове могућности за примену добијених резултата у пракси. Истраживањима приказаним у дисертацији омогућен је развој и примена метода испитивања типа дозиметара који се користе у области заштите од зрачења за мерење оперативних дозиметријских величина, као и развој и оптимизација енергетски компензованих уређаја за амбијентални мониторинг на бази Гајгер-Милерових цеви, при чему се слична методологија може применити на детекторе зрачења другачијих принципа детекције и другачије геометрије.

Комисија констатује да докторска дисертација кандидата Николе Кржановића испуњава све законске, формалне и суштинске услове, као и све критеријуме који се примењују приликом вредновања докторске дисертације на Универзитету у Београду и на Електротехничком факултету. Узимајући у обзир све остварене резултате и оригинални научни допринос, Комисија са задовољством предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета Универзитета у Београду да се докторска дисертација **Николе Кржановића** под насловом „Испитивање активних електронских дозиметара у циљу хармонизације мерења оперативних дозиметријских величина у области заштите од зрачења“ изложи на увид јавности, прихвати и упуту на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, као и да се кандидату одобри јавна усмена одбрана.

У Београду,
24. јануара 2020. године

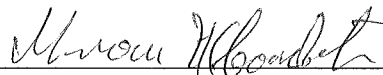
ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



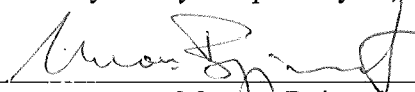
др Ковиљка Станковић, доцент
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Оливера Цирај-Бјелац, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Милош Живановић, научни сарадник
Институт за нуклеарне науке „Винча“



др Милош Вујисић, доцент
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Иван Виденовић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Физички факултет